

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-86778

(P2001-86778A)

(43) 公開日 平成13年3月30日 (2001.3.30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 2 N 2/00

H 0 2 N 2/00

C 2 H 0 4 4

G 0 2 B 7/04

G 0 2 B 7/08

B 5 H 6 8 0

7/08

7/04

E

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平11-259165

(22) 出願日

平成11年9月13日 (1999.9.13)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 芹田 保明

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100067828

弁理士 小谷 悦司 (外2名)

Fターム (参考) 2H044 BED4 DB04 DC06

5H680 AA04 AA05 AA06 AA08 AA19

BB01 BC01 DD23 DD75 EE22

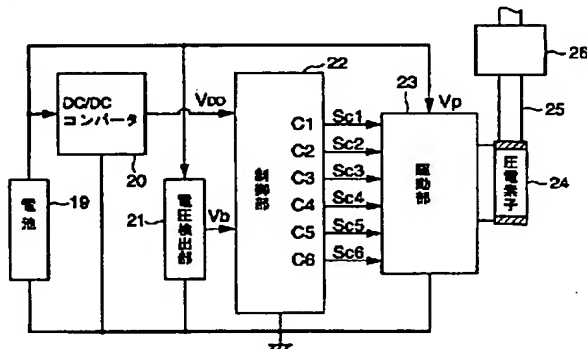
EE23 FF32 FF38

(54) 【発明の名称】 インパクト形圧電アクチュエータの駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 回路の大型化、駆動効率の低下等を招くことなく電力消費をできる限り抑制し、電池電源で圧電体を有効に駆動できるようにする。

【解決手段】 圧電素子24の駆動を行なう駆動部23は圧電体両端への電池電圧の印加を極性を反転させて交互に繰り返す第1の駆動モード (高電圧駆動モード) と圧電体両端への電池電圧の印加と圧電体両端の短絡とを交互に繰り返す第2の駆動モード (低電力駆動モード) とで駆動可能になっている。電池19の電圧 V_b は電圧検出部21で検出され、制御部22は電池電圧 V_b が所定の閾値 V_r よりも低いときは駆動部24を第1の駆動モードで駆動させ、電池電圧 V_b が所定の閾値 V_r 以上のときは駆動部24を第2の駆動モードで駆動させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電体を伸縮運動させて移動体をその伸縮方向と平行に移動させるインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置であって、圧電体両端への駆動電圧の印加を極性を反転させて交互に繰り返す第1の駆動モードで上記圧電体を伸縮運動させる第1の駆動手段と、圧電体両端への駆動電圧の印加と圧電体両端の短絡とを交互に繰り返す第2の駆動モードで上記圧電体を伸縮運動させる第2の駆動手段と、上記駆動電圧を供給する電源と、上記移動体の移動速度に関する所定の駆動条件を検出する駆動条件検出手段と、上記駆動条件が上記移動体の移動速度が予め設定された所定の移動速度よりも低速となる条件であるか否かを判別する判別手段と、上記移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件のとき、上記圧電体を上記第1の駆動手段で駆動し、上記移動体の移動速度が所定の移動速度以上となる駆動条件のとき、上記圧電体を上記第2の駆動手段で駆動する駆動制御手段とを備えたことを特徴とするインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置。

【請求項2】 請求項1記載のインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置において、上記電源は電池であることを特徴とするインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置。

【請求項3】 請求項1記載のインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置において、上記駆動条件検出手段は、上記電源の出力電圧を検出するものであり、上記判別手段は、検出電圧を予め設定された所定の閾値と比較し、検出電圧が所定の閾値より低いとき、上記移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件であると判別するものであることを特徴とするインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置。

【請求項4】 請求項1記載のインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置において、上記駆動条件検出手段は、周囲温度を検出するものであり、上記判別手段は、検出温度を予め設定された所定の閾値と比較し、検出温度が所定の閾値より低いとき、上記移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件であると判別するものであることを特徴とするインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置。

【請求項5】 請求項1記載のインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置において、上記駆動条件検出手段は、上記移動体の移動速度を検出するものであり、上記判別手段は、検出速度が予め設定された所定の閾値と比較し、検出速度が所定の閾値より低いとき、上記移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件であると判別するものであることを特徴とするインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はインパクト形圧電ア

クチュエータの駆動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、被駆動部材を棒状の駆動部材に軸方向に移動可能に取り付けるとともに、この駆動部材の一方端に分極方向を軸方向に一致させて圧電素子を固着してなるインパクト形圧電アクチュエータが知られている。例えば特開平7-298656号公報にはカメラの撮影レンズのアクチュエータとしてインパクト形圧電アクチュエータを適用したものが示されている。

【0003】 図14は同公報に示されるインパクト形圧電アクチュエータの基本構成を示す図である。

【0004】 インパクト形圧電アクチュエータ100は棒状の駆動部材101、被駆動部材102、積層型圧電素子103及び駆動回路104から構成されている。被駆動部材102は駆動部材101に所定の摩擦力で固定され、この摩擦力以上の力が作用すると、駆動部材101の軸方向に移動可能になっている。そして、被駆動部材102に撮影レンズ等の駆動対象物が固着されるようになっている。また、駆動部材101の一方端に積層型圧電素子103が分極方向を軸方向に一致させて固着されている。圧電素子103の両端面には電極103a、103bが形成され、一方の電極103bは接地され、他方の電極103aに駆動回路104が接続されている。

【0005】 駆動回路104は被駆動部材102を駆動部材101の先端（開放端）側に移動（以下、この移動方向を正方向という。）させる正方向駆動回路105と被駆動部材102を駆動部材101の基端側に移動（以下、この移動方向を逆方向という。）させる逆方向駆動回路106と両駆動回路105、106の駆動を制御する制御回路107とで構成されている。

【0006】 更に正方向駆動回路105は低速充電回路105aと高速放電回路105bとから構成され、逆方向駆動回路106は高速充電回路106aと低速放電回路106bとから構成されている。充電回路105a、106aは圧電素子103に分極方向の電源電圧 V_p を印加して（圧電素子103を分極方向に充電して）当該圧電素子103を分極方向（駆動部材101の軸方向）に伸長させる回路である。

【0007】 また、放電回路105b、106bは圧電素子103に分極方向と逆方向の電位を与えて（図では電極103aを接地して）、充電電荷を放電させることで伸長した当該圧電素子103を縮小させる回路である。

【0008】 低速充電回路105aは定電流回路で構成され、充電電流を制限することにより充電速度を抑制するようになっている。また、低速放電回路106bも定電流回路で構成され、放電電流を制限することにより放電速度を抑制するようになっている。

【0009】 制御回路107は正方向駆動回路105及

び逆方向駆動回路106の駆動を制御するもので、正方向駆動において、低速充電回路105aと高速放電回路105bとを交互に駆動し、また、逆方向駆動において、高速充電回路106aと低速放電回路106bとを交互に駆動する。

【0010】正方向駆動において、低速充電回路105aと高速放電回路105bとを交互に駆動すると、圧電素子103が低速伸長と高速縮小とを交互に繰り返し、これにより駆動部材101が正方向の低速移動と逆方向の高速移動とを繰り返す。一方、逆方向駆動において、高速充電回路106aと低速放電回路106bとを交互に駆動すると、圧電素子103が高速伸長と低速縮小とを交互に繰り返し、これにより駆動部材101が正方向の高速移動と逆方向の低速移動とを繰り返す。

【0011】被駆動部材102と駆動部材101との間の摩擦力は駆動部材101が高速移動するときは低く、低速移動するときは高くなるから、被駆動部材102は低速移動時だけ当該駆動部材101とともに移動する。従って、正方向駆動においては、被駆動部材102が駆動部材101に対して相対的に正方向に移動し、逆方向駆動においては、被駆動部材102が駆動部材101に対して相対的に逆方向に移動する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、カメラの撮影レンズや双眼鏡のレンズ等の携帯機器の光学系の駆動源としてインパクト圧電形アクチュエータを適用する場合、携帯機器の軽量化、小型化等を考慮すると、駆動回路はできる限り簡単かつ小型であることが望ましい。このため、例えば携帯機器の電源が乾電池であることから、インパクト圧電形アクチュエータの駆動回路はできる限り電池電圧で駆動可能にすることが望ましい。

【0013】しかし、乾電池の電圧は低電圧であるから、電池電圧で圧電素子を駆動した場合、圧電素子を1回充放電させた際の伸縮量が小さく、被駆動部材の移動速度が低下し、被駆動部材の移動距離が比較的長い場合は、圧電素子の駆動時間が長くなり、電池の消耗も大きいという問題がある。

【0014】また、電池の消耗や温度変化などにより電池電圧が低下した場合も被駆動部材の移動速度が著しく低下したり、場合によっては移動不能になるという問題がある。

【0015】このような問題は、上記従来のインパクト形圧電アクチュエータにおける圧電素子103への印加電圧を電池電圧とした場合も圧電素子103が電源電圧 V_p とGNDとの間で充放電を繰り返して伸縮運動するようにしているので、同様に生じ得るものである。

【0016】そこで、かかる問題を解決する方法として、例えばカーオーディオのスピーカ出力において採用されているBTL(Bridged Tied Load)接続における出力信号の振幅を見かけ上2倍にする技術を圧電アクチ

ュエータの駆動回路に適用し、圧電素子の駆動電圧を見かけ上2倍($2V_p$)にする方法が考えられる。

【0017】すなわち、圧電素子103に電源電圧 $+V_p$ と電源電圧 $-V_p$ とを交互に印加することで $+V_p \sim -V_p$ の間で圧電素子103の充放電を繰り返し、圧電素子103の駆動電圧を見かけ上電源電圧 V_p の2倍にする方法が考えられる。

【0018】しかし、この方法を採用した場合は、放電期間にも電源電圧が逆方向に圧電素子103に印加されるので、上記従来の駆動方法に比して電力消費が多くなり、駆動電源を電池とした場合は電池の消耗が更に大きくなるという別の問題が生じる。

【0019】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、回路の大型化、駆動効率の低下等を招くことなく、電力消費をできる限り抑制し、電池電源で有効に駆動することのできるインパクト圧電アクチュエータの駆動装置を提供するものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明は、圧電体を伸縮運動させて移動体をその伸縮方向と平行に移動させるインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置であって、圧電体両端への駆動電圧の印加を極性を反転させて交互に繰り返す第1の駆動モードで上記圧電体を伸縮運動させる第1の駆動手段と、圧電体両端への駆動電圧の印加と圧電体両端の短絡とを交互に繰り返す第2の駆動モードで上記圧電体を伸縮運動させる第2の駆動手段と、上記駆動電圧を供給する電源と、上記移動体の移動速度に関する所定の駆動条件を検出する駆動条件検出手段と、上記駆動条件が上記移動体の移動速度が予め設定された所定の移動速度よりも低速となる条件であるか否かを判別する判別手段と、上記移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件のとき、上記圧電体を上記第1の駆動手段で駆動し、上記移動体の移動速度が所定の移動速度以上となる駆動条件のとき、上記圧電体を上記第2の駆動手段で駆動する駆動制御手段とを備えたものである(請求項1)。

【0021】インパクト形圧電アクチュエータは、圧電体と、この圧電体の分極方向の一方端に固着された棒状の駆動部材と、この駆動部材に所定の摩擦力で軸方向に移動可能な移動体と、圧電体の駆動装置とからなる。

【0022】上記構成の駆動装置では、電源電圧、周囲温度等の移動体の移動速度に関する所定の駆動条件が検出され、この検出結果が移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件のときは圧電体が第1の駆動モードで駆動され、移動体の移動速度が所定の移動速度以上となる駆動条件のときは圧電体が第2の駆動モードで駆動される。

【0023】第1の駆動モードでは電源電圧 V_p が駆動電圧として圧電体両端に極性を反転させて交互に繰り返して印加され、これにより圧電体が振動的に伸縮を行な

う。すなわち、第1の駆動モードでは圧電体は等価的に電源電圧 V_p の2倍の電圧で駆動される。一方、第2の駆動モードでは圧電体両端への駆動電圧 V_p の印加と圧電体両端の短絡とが交互に繰り返され、これにより圧電体が振動的に伸縮を行なう。すなわち、第2の駆動モードでは圧電体は電源電圧 V_p で駆動される。

【0024】移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件のときは圧電体が電源電圧 V_p の2倍の電圧で駆動されるので、移動体の移動速度の低下が防止され、移動体の移動速度が所定の移動速度以上となる駆動条件のときは間欠的に電源電圧 V_p を印加して圧電体が駆動されるので、電力消費の増加が抑制される。

【0025】また、本発明は、請求項1記載のインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置において、上記電源を電池としたものである（請求項2）。

【0026】上記構成によれば、可能な限り移動速度を低下させることなく移動体の移動が可能になるとともに、電池の電力消費を抑えることができる。

【0027】また、本発明は、請求項1記載のインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置において、上記駆動条件検出手段は、上記電源の出力電圧を検出するものであり、上記判別手段は、検出電圧を予め設定された所定の閾値と比較し、検出電圧が所定の閾値より低いとき、上記移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件であると判別するものである（請求項3）。

【0028】上記構成によれば、電源電圧が所定の閾値よりも低くなると、圧電体が電源電圧 V_p の2倍の電圧で駆動され、移動体の移動速度の低下が防止され、電源電圧が所定の閾値以上であると、間欠的に電源電圧 V_p を印加して圧電体が駆動され、電力消費の増加が抑制される。

【0029】また、本発明は、請求項1記載のインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置において、上記駆動条件検出手段は、周囲温度を検出するものであり、上記判別手段は、検出温度を予め設定された所定の閾値と比較し、検出温度が所定の閾値より低いとき、上記移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件であると判別するものである（請求項4）。

【0030】上記構成によれば、周囲温度が所定の閾値よりも低くなると、圧電体が電源電圧 V_p の2倍の電圧で駆動され、移動体の移動速度の低下が防止され、周囲温度が所定の閾値以上であると、間欠的に電源電圧 V_p を印加して圧電体が駆動され、電力消費の増加が抑制される。

【0031】また、本発明は、請求項1記載のインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置において、上記駆動条件検出手段は、上記移動体の移動速度を検出するものであり、上記判別手段は、検出速度が予め設定された所定の閾値と比較し、検出速度が所定の閾値より低いとき、上記移動体の移動速度が所定の移動速度よりも低速

となる駆動条件であると判別するものである（請求項5）。

【0032】上記構成によれば、移動体の移動速度が所定の閾値よりも低くなると、圧電体が電源電圧 V_p の2倍の電圧で駆動され、移動体の移動速度の低下が防止され、移動体の移動速度が所定の閾値以上であると、間欠的に電源電圧 V_p を印加して圧電体が駆動され、電力消費の増加が抑制される。

【0033】

10 【発明の実施の形態】本発明に係るインパクト形圧電アクチュエータについて図を用いて説明する。

【0034】図1は、本発明に係るインパクト形圧電アクチュエータを用いたデジタルカメラのレンズ鏡胴の内部構成を示す正面図、図2は、図1のA-A線縦断面図である。

【0035】同図に示す撮影レンズ1は2群タイプのズームレンズで構成されている。前群レンズ2Bと後群レンズ2Aとはそれぞれ独立に光軸Lに沿う方向に移動可能になされ、それぞれ独立のインパクト形圧電アクチュエータからなる駆動手段で駆動されるようになってい

20 る。従って、各インパクト形アクチュエータの駆動を制御して両レンズ2A, 2Bを所定の位置関係で相対的に移動させることにより撮影レンズのズーミングが行われるようになってい

【0036】レンズ鏡胴3の上部には基端部に固定台4が設けられ、中間部から先端部に亘って枠体5が設けられている。また、レンズ鏡胴3の下部には基端部から先端部に亘って一対の丸棒からなる回転規制軸11A, 11Bが水平方向に所定の間隔を設けて、それぞれ光軸Lと平行に設けられている。この回転規制軸11A, 11Bはレンズ枠10A, 10Bを移動させる際に駆動部材9A, 9Bを中心とした回転動作を規制するものである。

【0037】枠体5は前後の両端を直角に屈曲して側板部が形成された縦断面略コ字形の枠体で、基端部側の側板部501に水平方向に所定の間隔を設けて一対の貫通孔6a, 6bが穿設され、先端部側の側板部502の、貫通孔6a, 6bに対向する位置にそれぞれ断面円形の溝7a, 7bが穿設されている。なお、図2では貫通孔6b及び溝7bは見えていない。

40 【0038】固定台4には一対の角柱状の圧電素子8A, 8Bが水平方向に所定の間隔を設けて取り付けられている。なお、図1、図2では圧電素子8Bは見えていない。圧電素子8A, 8Bは所要の厚さを有する板状の圧電部材を複数枚、各圧電部材間に薄膜の電極（図略）を挟み込んで接着してなる積層型圧電素子で構成されている。複数枚の圧電部材は隣接する圧電部材の分極方向が互いに逆向きとなるように積層されている。これは各電極には隣接する電極間で互いに正負の極性が逆になるように駆動電圧が並列に印加されるので、各圧電部材が

同一の方向に伸縮して圧電素子全体として大きい伸縮量が得られるようにするためである。

【0039】圧電素子8Aの一方端面は固定台4に固着され、他方端面に枠体5の溝7a及び貫通孔6aに嵌入装着された丸棒からなる駆動部材9Aの一方端が固定されている。同様に圧電素子8Bの一方端面は固定台4に固着され、他方端面に枠体5の溝7b及び貫通孔6bに嵌入装着された丸棒からなる駆動部材9Bの一方端が固定されている。

【0040】圧電素子8A及び駆動部材9Aは後群レンズ2Aを駆動するための圧電アクチュエータであり、圧電素子8B及び駆動部材9Bは前群レンズ2Bを駆動するための圧電アクチュエータである。

【0041】後群レンズ2Aはレンズ枠10Aに保持され、前群レンズ2Bはレンズ枠10Bに保持されている。レンズ枠10A、10Bはそれぞれ駆動部材9A、9Bに対する被駆動部材に相当している。レンズ枠10Aは枠上面の略中央に支持部12Aが設けられ、枠下面の正面から見て左端部に回転規制部13Aが設けられている。同様に、レンズ枠10Bは、図1に示すように、枠上面の略中央に支持部12Bが設けられ、枠下面の正面から見て右端部に回転規制部13Bが設けられている。

【0042】支持部12Aはレンズ枠10Aを駆動部材9Aに摺動可能に取り付けるためのものであり、回転規制部13Aはレンズ枠10Aを移動させる際に駆動部材9Aを中心とした回転動作を規制するものである。また、支持部12Bはレンズ枠10Bを駆動部材9Bに摺動可能に取り付けるためのものであり、回転規制部13Bはレンズ枠10Bを移動させる際に駆動部材9Bを中心とした回転動作を規制するものである。

【0043】支持部12Aは、レンズ枠10Aの上面に突設された突片121Aとこの突片121Aの水平方向の両側面に固着された磷青銅等の弾性部材からなる挟持板122A、123Aとから構成されている。突片121Aの内側の側面に固着された挟持板122Aは突片121Aより突出する部分が僅かに外側に屈曲されている。一方、突片121Aの外側の側面に固着された挟持板123Aは突片121Aより突出する部分が「く」の字に屈曲されている。そして、駆動部材9Aを挟持板122A、123Aで挟み込むことによってレンズ枠10Aが駆動部材9Aに摺動可能に取り付けられている。

【0044】挟持板122A及び123Aの駆動部材9Aを挟み込む力は、圧電素子8Aの伸縮動作に基づく駆動部材9Aの軸方向の往復動において、当該駆動部材9Aと挟持板122A、123Aとの間に生じる往動時の摩擦力と復動時の摩擦力とに差を生じさせ、被駆動部材9Aを駆動部材8Aに対して相対移動させ得るように調整されている。

【0045】すなわち、後述するように圧電素子8Aは

高速伸長及び低速縮小（若しくは低速伸長及び高速縮小）を交互に繰り返すように駆動され、これにより駆動部材9Aが高速往動と低速復動（若しくは低速往動と高速復動）とを繰り返すようになっているが、このとき、駆動部材9Aが高速で往動するときは駆動部材9Aと挟持板122A、123Aとの間の摩擦力は小さくなり、低速で復動するときはその摩擦力は大きくなるように、挟持板122A及び123Aの駆動部材9Aを挟み込む力は調整されている。

【0046】従って、駆動部材9Aが高速で往動するときは駆動部材9Aのみが往動し、駆動部材9Aが低速で復動するときはレンズ枠10Aが駆動部材9Aとともに復動し、これにより後群レンズ2Aは駆動部材9Aに対して復動方向（逆方向）に相対的に移動し、逆に駆動部材9Aが低速で往動するときはレンズ枠10Aが駆動部材9Aとともに往動し、高速で復動するときは駆動部材9Aのみが復動し、これにより後群レンズ2Aは駆動部材9Aに対して往動方向（正方向）に相対的に移動する。

【0047】挟持板122B、123Bの駆動部材9Bを挟み込む力も挟持板122A、123Aと同様に調整されている。

【0048】また、回転規制部13Aの下面には凹溝131Aが穿設されている。そして、レンズ枠10Aは、回転規制部13Aの凹溝131Aに回転規制軸11Aを嵌め込み、かつ、挟持板123Aの屈曲部分と挟持板122Aとで駆動部材9Aを挟み込ませて駆動部材9Aと回転規制軸11Aとの間に光軸Lに沿って移動可能に取り付けられている。

【0049】支持部12B及び回転規制部13Bもそれぞれ支持部12Bと回転規制部13Bと同様に構成され、レンズ枠10Bは、回転規制部13Bの凹溝131Bに回転規制軸11Bを嵌め込み、かつ、支持部12Bの突片121Bの両側面に固着された磷青銅等の弾性部材からなる挟持板122B、123Bで駆動部材9Bを挟み込ませて駆動部材9Bと回転規制軸11Bとの間に光軸Lに沿って移動可能に取り付けられている。

【0050】また、レンズ枠10Aの突片121Aの外側面の適所に磁気センサ14Aが設けられるとともに、レンズ鏡胴3の側部であってレンズ枠10Aの移動動作に伴う位置検出センサ14Aの移動経路に対向する位置にマグネットスケール15Aが設けられ、マグネットスケール15Aと磁気センサ14Aとこの磁気センサ14Aからの検出信号を処理する信号処理回路（図3の信号処理回路16に相当）とによって後群レンズ2Aのレンズ鏡胴3内における位置を検出する位置検出装置が構成されている。同様にレンズ枠10Bの突片121Bの外側面の適所に磁気センサ14Bが設けられるとともに、レンズ鏡胴3の側部であってレンズ枠10Bの移動動作に伴う磁気センサ14Bの移動経路に対向する位置にマ

グネットスケール15Bが設けられ、マグネットスケール15Bと磁気センサ14Bとこの磁気センサ14Bからの検出信号を処理する信号処理回路(図3の信号処理回路16に相当)とによって前群レンズ2Bのレンズ鏡胴3内における位置を検出する位置検出装置が構成されている。

【0051】マグネットスケール15A、15Bは、図3に示すマグネットスケール15のように複数のN極とS極とが所定のピッチλで交互に配列された帯状のスケールであり、光軸Lと平行に配設されている。

【0052】また、磁気センサ14A、14Bは、図3に示す磁気センサ14のように4個の磁気抵抗素子MRa、MRb、MRc、MRdでブリッジ回路を構成したもので、磁気抵抗素子MRa、MRbの接続点と磁気抵抗素子MRc、MRdの接続点との間に電源電圧 V_0 が供給され、磁気抵抗素子MRa、MRcの接続点と磁気抵抗素子MRb、MRdの接続点とからそれぞれ検出信号V1と検出信号V2とが出力されるようになっている。

【0053】磁気抵抗素子MRaと磁気抵抗素子MRcの検出位置は互いに $3\lambda/2$ だけ離れ、磁気抵抗素子MRbと磁気抵抗素子MRdの検出位置は互いに $3\lambda/2$ だけ離れている。すなわち、図3に示すように、例えば磁気抵抗素子MRbにマグネットスケール15の最大磁界がかかるとき(磁気抵抗素子MRbがN極の磁極に対向するとき)、磁気抵抗素子MRdにマグネットスケール15の最小磁界がかかる(磁気抵抗素子MRdがN極とS極の境界部分に対向する)ようになっている。同様に磁気抵抗素子MRaにマグネットスケール15の最大磁界がかかるとき、磁気抵抗素子MRcにマグネットスケール15の最小磁界がかかるようになっている。

【0054】また、磁気抵抗素子MRaと磁気抵抗素子MRbの検出位置は $\lambda/4$ だけずれており、例えば移動方向を図3に示すように取ると、磁気抵抗素子MRaは磁気抵抗素子MRbに対して移動方向側にずれている。同様に磁気抵抗素子MRcと磁気抵抗素子MRdの検出位置も $\lambda/4$ だけずれており、磁気抵抗素子MRcは磁気抵抗素子MRdに対して移動方向側にずれている。

【0055】磁気抵抗素子は磁界がかかると、その磁界の強さに応じて抵抗値が小さくなるので、磁気抵抗素子MRa、MRcの抵抗値をそれぞれRa、Rcとすると、検出信号V1は電源電圧 V_0 を $Rc/(Ra+Rc)$ で分圧した電圧値として出力される。同様に磁気抵抗素子MRb、MRdの抵抗値をそれぞれRb、Rdとすると、検出信号V2は電源電圧 V_0 を $Rd/(Rb+Rd)$ で分圧した電圧値として出力される。

【0056】マグネットスケール15は複数のN極とS極とが交互に配列されたものであるから、その表面には長手方向に正弦波状の磁界が形成されている。従って、マグネットスケール15に沿って磁気センサ14が

移動すると、当該磁気センサ14からは、図4に示すように正弦波状の検出信号V1、V2が出力される。

【0057】図3において、信号処理回路16はコンパレータ161、パルスカウンタ163及び位相検出器162からなり、磁気センサ14の出力信号V1及び出力信号V2は位相検出器162に入力されるとともに、それぞれコンパレータ161の非反転入力と反転入力とに入力されている。

【0058】図3において、磁気センサ14がマグネットスケール15に対して下方向に相対移動すると、上述のように磁気センサ14からは図4に示すように正弦波状の検出信号V1、V2が出力される。磁気抵抗素子MRa、MRcからなる直列回路の検出位置は磁気抵抗素子MRb、MRdからなる直列回路の検出位置よりも移動方向側に $\lambda/4$ だけずれているので、検出信号V2の位相は検出信号V1の位相より $\lambda/4$ だけ遅れている。一方、磁気センサ14がマグネットスケール15に対して上方向に相対移動すると、磁気センサ14から出力される検出信号V2の位相は検出信号V1の位相より $\lambda/4$ だけ進むことになる。

【0059】従って、コンパレータ161から非反転入力力が反転入力より大きいときハイレベルが出力されるとすると、コンパレータ161の出力信号Voは $V1 \geq V2$ でハイレベル、 $V1 < V2$ でローレベルとなるパルス信号、すなわち、パルス幅 $\tau/2$ 、デューティ比50%のパルス信号となる。なお、パルス周期では $\tau = \text{磁極ピッチ}\lambda / (\text{レンズ枠10の移動速度}v)$ である。

【0060】パルスカウンタ163は、コンパレータ161から出力される出力信号Voのパルス数Nをカウントするものである。また、位相検出器162は検出信号V1に対する検出信号V2の位相の進退を検出するものであり、例えば検出信号V2の位相が検出信号V1より遅れていると、位相検出器162の出力信号S1はハイレベル信号となり、検出信号V2の位相が検出信号V1より進んでいると、位相検出器162の出力信号S1はローレベル信号となる。

【0061】従って、例えばカメラ起動時に撮影レンズを所定の初期位置に移動させ、その初期位置を基準として信号処理回路16から出力される位相検出信号S1とパルスカウンタ信号Soとに基づき前群レンズ2Bの移動方向と移動量($N \times \lambda$)を演算することにより前群レンズ2Bの現在位置が検出される。同様に初期位置を基準として信号処理回路16から出力される位相検出信号S1とパルスカウンタ信号Soとに基づき後群レンズ2Aの移動方向と移動量($N \times \lambda$)を演算することにより後群レンズ2Aの現在位置が検出される。

【0062】図1に戻り、レンズ鏡胴3の基端部の固定台4の下方位置であって光軸L上に光学ローパスフィルタ17が取り付けられ、この後方の所定の位置に、例えば単板式のCCDカラーエリアセンサからなる撮像素子

18が配設されている。

【0063】撮影レンズ1を透過した被写体光像は光学ローパスフィルタ17を介して撮像素子18の撮像面に結像される。このとき、前群レンズ2Bを光軸Lに沿って所定の方向に移動させることにより撮像面上の被写体光像のピントが調節される。

【0064】図5は前群レンズ2B及び後群レンズ2Aの駆動源であるインパクト形圧電アクチュエータの基本構成の第1実施形態を示すブロック図である。また、図6はインパクト形圧電アクチュエータの駆動部の具体的な回路構成を示す図である。

【0065】図5において、電池19は一次電池又は二次電池からなるデジタルカメラの主電源で、インパクト形圧電アクチュエータの駆動電源にもなっている。DC/DCコンバータ20は電池電圧を昇圧して制御部22や図略の磁気センサの駆動電源 V_0 を生成するものである。電圧検出部21は電池19の電圧を検出するものである。電圧検出部21は、例えば2個の抵抗の直列回路からなり、電池電圧 V_p の分圧電圧 V_b を制御部22のD端子に入力する。

【0066】制御部22は駆動部23の駆動を制御して圧電素子24（圧電素子8A、8Bに相当する。）の伸縮動作を制御するものである。制御部22はロジック回路やマイクロコンピュータ等で構成されている。駆動部23は、後述するようにブリッジ回路で構成され、圧電素子24に分極方向の電池電圧 V_p を印加する場合を $+V_p$ 、分極方向と逆方向の電池電圧 V_p を印加する場合を $-V_p$ とすると、圧電素子24に駆動電圧として $+V_p$ 、 $-V_p$ とを交互に印加することができる（以下、この印加方法による駆動モードを第1の駆動モードという。）とともに、圧電素子24に駆動電圧として $+V_p$ 、 $-V_p$ と0（接地）とを交互に印加することができる（以下、この印加方法による駆動モードを第2の駆動モードという。）ようになっている。

【0067】制御部22は、後述するように電圧検出部21の検出電圧 V_b に基づいて駆動部23の駆動を第1の駆動モードと第2の駆動モードとに切り換えて電池容量の消費をできる限り低減するようになっている。

【0068】駆動部23は圧電素子24を駆動する回路である。また、駆動部材25は駆動部材9A、9Bに相当するものであり、被駆動部材26はレンズ枠10Bに保持された前群レンズ2Bやレンズ枠10Aに保持された後群レンズ2Aに相当するものである。

【0069】駆動部23は、図6に示すように第1回路231と第5回路235との並列回路23a、第2回路232、第3回路233及び第4回路234と第6回路236との並列回路23bの直列接続からなるブリッジ回路で構成されている。第1回路231及び第4回路234はNチャンネルMOS型FET、第2回路232及び第3回路233はPチャンネルMOS型FETで、ま

た、第5回路235及び第6回路236は抵抗RとNチャンネルMOS型FETとの直列回路で構成されている。

【0070】MOS型FETは、駆動部23を第1の駆動モードの駆動回路と第2の駆動モードの駆動回路とに切り換えるとともに、各モードにおける正方向駆動回路と逆方向駆動回路とを切り換えるスイッチ回路であり、第5回路235、第6回路236の抵抗Rは圧電素子24の充放電電流を制限するものである。

【0071】また、第1回路231～第6回路236の各FETのゲートはそれぞれ制御部22の制御端子C1～C6に接続され、制御部22からそれぞれ駆動制御信号Sc1～Sc6が入力されるようになっている。

【0072】また、第2回路232及び第3回路233の接続点aと並列回路23a及び並列回路23bの接続点cとの間に接続点aが正極側となるように電池19が接続され、第2回路232及び並列回路23aの接続点bと第3回路233及び並列回路23bの接続点dとの間に接続点bが分極の正極側となるように圧電素子24が接続されている。

【0073】なお、圧電素子24の接続を接続点dが分極の正極側となるようにしてもよい。また、本実施の形態ではスイッチ素子としてMOS型FETを用いているが、バイポーラトランジスタ、接合型FET、GTO（Gate Turn-off Thyristor）など他の電子スイッチ素子を用いてもよい。

【0074】第1回路231～第6回路236のFETのオン/オフを制御することにより圧電素子24に直列接続される回路の組み合わせを $K_{i,j}$ （ i は第 i 回路、 j は第 j 回路を示す。）で表すすると、回路 $K_{2,6}$ （＝第2回路232＋第6回路236）、回路 $K_{3,1}$ （＝第3回路233＋第1回路231）、回路 $K_{2,4}$ （＝第2回路232＋第4回路234）及び回路 $K_{3,5}$ （＝第3回路233＋第5回路235）により本発明に係る第1の駆動手段が構成され、回路 $K_{2,6}$ 、回路 $K_{3,1}$ （＝第4回路234＋第1回路231）及び回路 $K_{3,5}$ により本発明に係る第2の駆動手段が構成されている。

【0075】第1の駆動モードにおいて、回路 $K_{2,6}$ 及び回路 $K_{3,1}$ は被駆動部材26を正方向に（前群レンズ2B又は後群レンズ2Aをレンズ鏡胴3の先端方向に）移動させる駆動回路（以下、正方向駆動回路という。）を構成し、回路 $K_{2,4}$ 及び回路 $K_{3,5}$ は被駆動部材26を逆方向に（前群レンズ2B又は後群レンズ2Aをレンズ鏡胴3の基端方向に）移動させる駆動回路（以下、逆方向駆動回路という。）を構成している。

【0076】すなわち、回路 $K_{2,6}$ は圧電素子24の分極方向と逆方向に蓄積された電荷を高速で放電した後、更に当該圧電素子24を分極方向に低速で充電する回路（以下、低速順方向充電回路という。）を構成し、回路

$K_{2,4}$ は圧電素子24の分極方向に蓄積された電荷を高速で放電した後、更に当該圧電素子24を分極方向と逆方向に高速で充電する回路（以下、高速逆方向充電回路という。）を構成している。

【0077】また、回路 $K_{2,4}$ （＝第2回路232＋第4回路234）は圧電素子24の分極方向と逆方向に蓄積された電荷を高速で放電した後、更に当該圧電素子24を分極方向に高速で充電する回路（以下、高速順方向充電回路という。）を構成し、回路 $K_{3,5}$ （＝第3回路233＋第5回路235）は圧電素子24の分極方向に蓄積された電荷を高速で放電した後、更に当該圧電素子24を分極方向と逆方向に低速で充電する回路（以下、低速逆方向充電回路という。）を構成している。

【0078】また、第2の駆動モードにおいて、回路 $K_{2,4}$ 及び回路 $K_{3,5}$ は正方向駆動回路を構成し、回路 $K_{2,4}$ 及び回路 $K_{3,5}$ は逆方向駆動回路を構成している。

* $K_{2,4}$ 及び回路 $K_{3,5}$ は逆方向駆動回路を構成している。

【0079】すなわち、第2の駆動モードにおいて、回路 $K_{2,4}$ は圧電素子24を分極方向に低速で充電する回路（以下、低速順方向充電回路という。）を構成し、回路 $K_{3,5}$ は圧電素子24の分極方向に蓄積された電荷を高速で放電する回路（以下、高速放電回路という。）を構成している。また、回路 $K_{2,4}$ は圧電素子24を分極方向と逆方向に低速で充電する回路（以下、低速逆方向充電回路という。）を構成し、回路 $K_{3,5}$ は圧電素子24の分極方向と逆方向に蓄積された電荷を高速で放電する回路を構成している。

【0080】そして、上述の各駆動モードにおける駆動回路の構成を纏めると表1のようになる。

【0081】

*【表1】

第1の駆動モード	正方向駆動回路	低速順方向充電回路 $K_{2,4}$	第2回路232＋第6回路236
		高速逆方向充電回路 $K_{3,5}$	第3回路233＋第1回路231
	逆方向駆動回路	高速順方向充電回路 $K_{2,4}$	第2回路232＋第4回路234
		低速逆方向充電回路 $K_{3,5}$	第3回路233＋第5回路235
第2の駆動モード	正方向駆動回路	低速順方向充電回路 $K_{2,4}$	第2回路232＋第6回路236
		高速放電回路 $K_{4,1}$	第4回路234＋第1回路231
	逆方向駆動回路	低速逆方向充電回路 $K_{3,5}$	第3回路233＋第5回路235
		高速放電回路 $K_{4,1}$	第4回路234＋第1回路231

【0082】図7は、第1の駆動モードで駆動部23を動作させたときの駆動制御信号と圧電素子の充放電電圧の波形とを示す図である。

【0083】同図において、表1に示すように第1の駆動モードにおける正方向駆動においては、第4回路234と第5回路235とは正方向駆動回路を構成しないから、制御部22の制御端子C4、C5からローレベルの駆動制御信号Sc4、Sc5が出力され、第4回路234及び第5回路235のFETはオフ（切断）にされ、等価的に第1回路231、第2回路232、第3回路233及び第6回路236でブリッジ回路が構成される。

【0084】そして、制御部22の制御端子C1、C2から駆動制御信号Sc1、Sc2が互いに同位相で出力され、制御部22の制御端子C3、C6から駆動制御信号Sc3、Sc6が互いに同位相で、かつ、信号Sc1が信号Sc3と、また、信号Sc2が信号Sc6とそれぞれ逆位相となるように出力され、これにより低速順方向充電回路 $K_{2,4}$ （＝第2回路234＋第6回路236）と高速逆方向充電回路 $K_{3,5}$ （＝第3回路233＋第1回路231）とが交互に圧電素子24に接続されて当該圧電素子24の低速順方向充電（低速伸長）と高速逆方向充電（高速

縮小）とが交互に行われる。

【0085】低速順方向充電では圧電素子24に電源電圧 V_p が抵抗Rを介して印加されるので、圧電素子24の端子電圧Vsは抵抗Rと圧電素子24の容量Cとで決定される時定数で $-V_p \sim +V_p$ 〔v〕まで指数関数的に変化するが、高速逆方向充電では圧電素子24に電源電圧 V_p が直接、印加されるので、圧電素子24の端子電圧Vsは $+V_p \sim -V_p$ 〔v〕まで直線的に変化する。

【0086】従って、圧電素子24は低速伸長と高速縮小とを交互に繰り返す、これにより駆動部材25が異なる速度で往復動して被駆動部材26が正方向（先端方向）に駆動される。

【0087】また、第1の駆動モードにおける逆方向駆動においては、表1に示すように第1回路231と第6回路236とは逆方向駆動回路を構成しないから、制御部22の制御端子C1、C6からローレベルの駆動制御信号Sc1、Sc6が出力され、第1回路231及び第6回路236のFETはオフ（切断）にされ、等価的に第2回路232～第5回路235でブリッジ回路が構成される。

【0088】そして、制御部22の制御端子C2、C3

から駆動制御信号 S_{c2} 、 S_{c3} が互いに逆位相で出力され、制御部 22 の制御端子 $C4$ 、 $C5$ から駆動制御信号 S_{c4} 、 S_{c5} が互いに逆位相で、かつ、信号 S_{c2} が信号 S_{c5} と、また、信号 S_{c3} が信号 S_{c4} とそれぞれ同位相となるように出力され、これにより高速順方向充電回路 K_{11} 、(第2回路232+第4回路234)と低速逆方向充電回路 K_{12} 、(第3回路233+第5回路235)とが交互に圧電素子24に接続されて当該圧電素子24の高速順方向充電(高速伸長)と低速逆方向充電(低速縮小)とが交互に行われる。

【0089】高速順方向充電では圧電素子24に電源電圧 V_p が直接、印加されるので、圧電素子24の端子電圧 V_s は $-V_p \sim +V_p$ 、 $[v]$ まで直線的に変化するが、低速逆方向充電では圧電素子24に電源電圧 V_p が抵抗 R を介して印加されるので、圧電素子24の端子電圧 V_s は抵抗 R と圧電素子24の容量 C とで決定される時定数で $+V_p \sim -V_p$ 、 $[v]$ まで指数関数的に変化する。

【0090】従って、圧電素子24は高速伸長と低速縮小とを交互に繰り返し、これにより駆動部材25が異なる速度で往復動して被駆動部材26(前群レンズ2B又は後群レンズ2A)が逆方向(基端方向)に駆動される。

【0091】図8は、第2の駆動モードで駆動部23を動作させたときの駆動制御信号と圧電素子の充放電電圧の波形とを示す図である。

【0092】第2の駆動モードにおける正方向駆動においては、表1に示すように第3回路233と第5回路235とは正方向駆動回路を構成しないから、制御部22の制御端子 $C3$ 、 $C5$ からハイレベルの駆動制御信号 S_{c3} とローレベル駆動制御信号 S_{c5} とが出力され、第3回路233及び第5回路235のFETはオフ(切断)にされ、等価的に第1回路231、2回路232、第4回路234及び第6回路236でブリッジ回路が構成される。

【0093】そして、制御部22の制御端子 $C1$ 、 $C2$ から駆動制御信号 S_{c1} 、 S_{c2} が互いに同位相で出力され、制御部22の制御端子 $C4$ 、 $C6$ から駆動制御信号 S_{c4} 、 S_{c6} が互いに逆位相で、かつ、信号 S_{c2} が信号 S_{c6} と逆位相となるように出力され、これにより低速順方向充電回路 K_{11} 、(第2回路234+第6回路236)と高速放電回路 K_{12} 、(第4回路233+第1回路231)とが交互に圧電素子24に接続されて当該圧電素子24の低速順方向充電(低速伸長)と高速放電(高速縮小)とが交互に行われる。

【0094】低速順方向充電では圧電素子24に電源電圧 V_p が抵抗 R を介して印加されるので、圧電素子24の端子電圧 V_s は抵抗 R と圧電素子24の容量 C とで決定される時定数で $0 \sim +V_p$ 、 $[v]$ まで指数関数的に変化するが、高速放電では圧電素子24の正極が直接、接地されるので、圧電素子24の端子電圧 V_s は $+V_p \sim 0$

$[v]$ まで直線的に変化する。

【0095】従って、圧電素子24は低速伸長と高速縮小とを交互に繰り返し、第1の駆動モードにおける正方向駆動と同様に被駆動部材26(前群レンズ2B又は後群レンズ2A)は正方向(先端方向)に駆動される。

【0096】また、第2の駆動モードにおける逆方向駆動においては、表1に示すように第2回路232と第6回路236とは逆方向駆動回路を構成しないから、制御部22の制御端子 $C2$ 、 $C6$ からハイレベルの駆動制御信号 S_{c2} とローレベルの駆動制御信号 S_{c6} とが出力され、第2回路232及び第6回路236のFETはオフ(切断)にされ、等価的に第1回路231、第3回路233、第4回路234及び第5回路235でブリッジ回路が構成される。

【0097】そして、制御部22の制御端子 $C1$ 、 $C3$ から駆動制御信号 S_{c1} 、 S_{c3} が互いに逆位相で出力され、制御部22の制御端子 $C4$ 、 $C5$ から駆動制御信号 S_{c4} 、 S_{c5} が互いに逆位相で、かつ、信号 S_{c3} が信号 S_{c5} と逆位相となるように出力され、これにより低速逆方向充電回路 K_{11} 、(第3回路233+第5回路235)と高速放電回路 K_{12} 、(第4回路234+第1回路231)とが交互に圧電素子24に接続されて当該圧電素子24の低速逆方向充電(低速縮小)と高速放電(高速伸長)とが交互に行われる。

【0098】低速逆方向充電では圧電素子24に電源電圧 V_p が抵抗 R を介して印加されるので、圧電素子24の端子電圧 V_s は抵抗 R と圧電素子24の容量 C とで決定される時定数で $0 \sim -V_p$ 、 $[v]$ まで指数関数的に変化するが、高速放電では圧電素子24の正極が直接、接地されるので、圧電素子24の端子電圧 V_s は $-V_p \sim 0$ 、 $[v]$ まで直線的に変化する。

【0099】従って、圧電素子24は低速縮小と高速伸長とを交互に繰り返し、第1の駆動モードにおける逆方向駆動と同様に被駆動部材26(前群レンズ2B又は後群レンズ2A)は逆方向(基端方向)に駆動される。

【0100】上記のように第2の駆動モードでは、圧電素子24に駆動電圧として印加される電圧は V_p であるが、第1の駆動モードでは等価的に圧電素子24に電池電圧 V_b の2倍の $2V_p$ が印加されるので、第1の駆動モードにおける圧電素子24の伸縮量は第2の駆動モードにおける圧電素子24の伸縮量より大きくなり、第1、第2の駆動モードにおける電池電圧 V_b に対する被駆動部材26の移動速度 v の特性はそれぞれ図9に示す①の特性と②の特性のようになる。

【0101】同図に示すように、第1の駆動モードにおける圧電素子24の駆動電圧は第2の駆動モードにおける圧電素子24の駆動電圧より高いので、第1の駆動モードにおける被駆動部材26の移動速度 v_1 は第2の駆動モードにおける被駆動部材26の移動速度 v_2 よりも速くなる。

【0102】一方、第1の駆動モードでは常時、圧電素子24に電池19から充電電流が流入されるのに対し、第2の駆動モードでは充電期間（図8のA期間参照）のみに間欠的に圧電素子24に充電電流が流入されるので、第1、第2の駆動モードにおける電池電圧 V_b に対する消費電力 W の特性はそれぞれ図10に示す①の特性と②の特性のようになり、電池電圧 V_b が同じであれば、第1の駆動モードの方が第2の駆動モードよりも消費電力が大きくなる。

【0103】そこで、第1実施形態に係るインパクト形圧電アクチュエータでは、電池19の供給電力を有効に利用するため、電池19の検出電圧 V_b が予め設定された閾値 V_r よりも低いときは（ $V_b < V_r$ ）、すなわち、被駆動部材26を所要の速度で移動できないと推定されるときは、駆動部23を第1の駆動モードで駆動して被駆動部材26（前群レンズ2A、後群レンズ2B）を所要の速度で移動可能にし、電池19の検出電圧 V_b が予め設定された閾値 V_r 以上であるときは（ $V_b \geq V_r$ ）、すなわち、被駆動部材26を所要の速度で十分に移動できると推定されるときは、駆動部23を第2の駆動モードで駆動して電池19の消費電力の節約を行なうようにしている。

【0104】すなわち、制御部22は、図9及び図10の太線で示す③の特性に従って駆動部23を制御するようになっている。このように所定の閾値電圧 V_r で①の特性と②の特性とを切り換えるようにしているので、電池19の長寿命化が可能になるとともに、電池電圧 V_b が低下した場合にも被駆動部材26を所要の速度で安定して移動させることができる。

【0105】図11は前群レンズ2B及び後群レンズ2Aの駆動源であるインパクト形圧電アクチュエータの基本構成の第2実施形態を示すブロック図である。

【0106】第1実施形態は電池19の電圧を検出し、その検出結果に基づいて第1の駆動モードと第2の駆動モードとを切り換えるようにしていたが、第2実施形態はインパクト形圧電アクチュエータが適用される機器の周辺温度、特に電池19の周辺温度もしくは圧電アクチュエータ周辺の温度を検出し、その検出結果に基づいて第1の駆動モードと第2の駆動モードとを切り換えるようにしたものである。

【0107】従って、図11は、図5において、電圧検出部21に代えて温度検出部27を設けたものである。温度検出部27は、例えばサーミスタ等の温度センサと通常の抵抗との直列回路で構成され、周囲温度をその直列回路の接続点の電圧に変換して検出する。そして、その検出温度 T_o は制御部22に入力される。

【0108】第2実施形態に係るインパクト形圧電アクチュエータでは、制御部22は検出温度 T_o を予め設定された所定の閾値 T_r （例えば 0°C ）と比較し、検出温度 T_o が閾値 T_r よりも低いときは（ $T_o < T_r$ ）、駆

動部23を第1の駆動モードで駆動し、検出温度 T_o が閾値 T_r 以上であるときは（ $T_r \leq T_o$ ）、駆動部23を第2の駆動モードで駆動する。

【0109】周囲温度が閾値よりも低いときは、電池19の電圧 V_b が低下し、被駆動部材26を所要の速度で移動できなくなると推定されるので、第1の駆動モードで圧電素子24を駆動して被駆動部材26（前群レンズ2B、後群レンズ2A）を所要の速度で移動可能にし、周囲温度が閾値以上のときは、電池19が消耗していなければ、所定の電圧 V_b が出力され、被駆動部材26を所要の速度で十分に移動できると推定されるので、第2の駆動モードで圧電素子24を駆動して電池19の消費電力の節約を行なうようにしている。また、圧電アクチュエータの特性も低温下では常温下よりも悪くなる傾向があるので、より高電圧を供給して速度を確保するようにしている。

【0110】従って、第2実施形態においても駆動部23は、図10の太線で示す③の特性に類似した特性で制御部22により制御され、電池19の長寿命化が可能になるとともに、電池電圧 V_b が低下した場合にも被駆動部材26を所要の速度で安定して移動させることができる。

【0111】なお、電池19の電圧と周囲温度の両方を検出し、両検出結果に基づいて第1の駆動モード及び第2の駆動モードの切替制御を行なうようにしてもよい。例えば検出温度 T_o が閾値 T_r よりも低く、かつ、検出電圧 V_b が閾値 V_r も低くなったときに第1の駆動モードで圧電素子24を駆動するようにしてもよい。

【0112】図12は前群レンズ2B及び後群レンズ2Aの駆動源であるインパクト形圧電アクチュエータの基本構成の第3実施形態を示すブロック図である。

【0113】第3実施形態は、インパクト形圧電アクチュエータの被駆動部材26の移動速度を検出し、その検出結果に基づいて第1の駆動モードと第2の駆動モードとを切り換えるようにしたものである。

【0114】従って、図12は、図5において、電圧検出部21に代えて速度検出部28を設けたものである。速度検出部28は、例えば図13に示すように、磁気センサ14、マグネットスケール15及び速度検出回路29で構成されている。図13に示す速度検出部28は、図3において、信号処理回路16を被駆動部材26の移動速度 v が予め設定された所定の閾値 v_r を超えているか否かを検出する速度検出回路29に置き換えたものである。

【0115】速度検出回路29はコンパレータ291、周期カウンタ292、プリセット回路293及び比較器294からなり、磁気センサ14の出力信号 V_1 及び出力信号 V_2 はそれぞれコンパレータ291の非反転入力と反転入力とに入力されている。

【0116】なお、実際の構成では、コンパレータ16

10

20

30

40

50

1とコンパレータ291とを共通にし、図3において、コンパレータ161の後段に周期カウンタ292、プリセット回路293及び比較器294からなる信号処理回路を並列に接続し、被駆動部材26の位置検出と速度検出とが行われる。

【0117】周期カウンタ292は、コンパレータ291から出力される出力信号V_oの立上がり期間 τ 若しくは立下がり期間 τ 、すなわち、パルス周期 τ （図4参照）をカウントするものであり、プリセット回路293はパルス周期の閾値 τ_r をセットするものである。また、比較器294は周期カウンタ292でカウントされたパルス周期 τ とプリセット回路293で設定された閾値 τ_r を比較し、その比較結果を出力するものである。

【0118】すなわち、比較器294は、 $\tau > \tau_r$ のとき（被駆動部材26の移動速度 v が所定の閾値 v_r より低速のとき）、ハイレベルの信号S3を出力し、 $\tau \leq \tau_r$ のとき（被駆動部材26の移動速度 v が所定の閾値 v_r 以上の高速のとき）、ローレベルの出力S3を出力する。そして、この出力信号S3は制御部22に入力される。

【0119】第3実施形態は被駆動部材26の移動速度を直接、検出し、被駆動部材26が所要の速度で移動できなくなると、第1の駆動モードで圧電素子24を駆動して被駆動部材26（前群レンズ2B、後群レンズ2A）を所要の速度で移動可能にし、被駆動部材26が所要の速度で移動できるときは、第2の駆動モードで圧電素子24を駆動して電池19の消費電力の節約を行なうようにしている。

【0120】すなわち、第3実施形態に係るインパクト形圧電アクチュエータでは、制御部22は速度検出部28からの出力信号S3に基き、被駆動部材26の移動速度 v が所定の閾値 v_r より低速のとき（ $\tau > \tau_r$ のとき）、駆動部23を第1の駆動モードで駆動し、被駆動部材26の移動速度 v が所定の閾値 v_r 以上の高速のとき（ $\tau \leq \tau_r$ のとき）、駆動部23を第2の駆動モードで駆動する。

【0121】従って、第3実施形態においても駆動部23は、図10の太線で示す㊦の特性に類似した特性で制御部22により制御され、電池19の長寿命化が可能になるとともに、電池電圧V_bが低下した場合にも被駆動部材26を所要の速度で安定して移動させることができる。

【0122】なお、被駆動部材26の移動速度を直接検出する場合は、検出速度が閾値に近いと、駆動モードの切替が連続して発生し、被駆動部材26の駆動制御が不安定となるおそれがあるので、好ましくは第1の駆動モードと第2の駆動モードとを切り換える切替レベルにヒステリシスを持たせるようにするとよい。

【0123】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

圧電体を伸縮運動させて移動体をその伸縮方向と平行に移動させるインパクト形圧電アクチュエータの駆動装置であって、移動体の移動速度に関する、例えば駆動電圧や周囲温度、あるいは当該移動速度自体等の所定の駆動条件を検出し、移動速度が所定の移動速度よりも低速となる駆動条件のときは、圧電体両端への駆動電圧の印加を極性を反転させて交互に繰り返す第1の駆動モードで圧電体を駆動し、移動体の移動速度が所定の移動速度以上となる駆動条件のときは、圧電体両端への駆動電圧の印加と圧電体両端の短絡とを交互に繰り返す第2の駆動モードで圧電体を駆動するようにしたので、電力消費の抑制により電源の長寿命化が可能になるとともに、駆動電圧が低下した場合にも移動体を安定して所定の速度で移動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るインパクト形圧電アクチュエータを用いたデジタルカメラのレンズ鏡胴の内部構成を示す正面図である。

【図2】図1のA-A断面図である。

【図3】位置検出センサ及び信号処理回路の構成を示す図である。

【図4】磁気センサの出力波形とコンパレータ出力とを示す図である。

【図5】本発明に係るインパクト形圧電アクチュエータの第1実施形態の基本構成を示すブロック図である。

【図6】本発明に係るインパクト形圧電アクチュエータの駆動部の具体的な回路構成の第1実施形態を示す図である。

【図7】第1の駆動モードで駆動部を動作させたときの駆動制御信号と圧電素子の充放電電圧の波形とを示す図である。

【図8】第2の駆動モードで駆動部を動作させたときの駆動制御信号と圧電素子の充放電電圧の波形とを示す図である。

【図9】電池電圧に対する被駆動部材の移動速度の特性を示す図である。

【図10】電池電圧に対する消費電力の特性を示す図である。

【図11】本発明に係るインパクト形圧電アクチュエータの第2実施形態の基本構成を示すブロック図である。

【図12】本発明に係るインパクト形圧電アクチュエータの第3実施形態の基本構成を示すブロック図である。

【図13】速度検出部の回路構成の一実施形態を示す図である。

【図14】従来のインパクト形圧電アクチュエータの概略構成を示す図である。

【符号の説明】

1 撮影レンズ

2A 後群レンズ

2B 前群レンズ

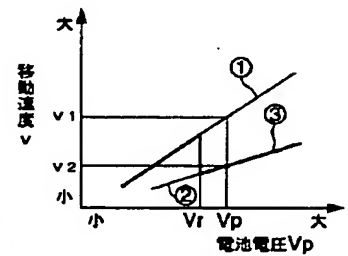
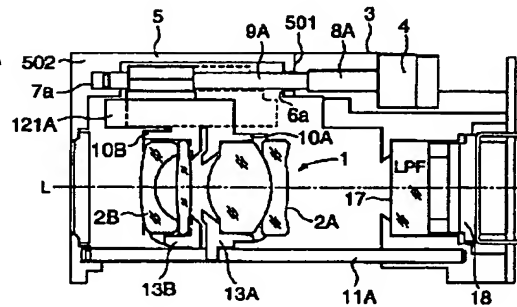
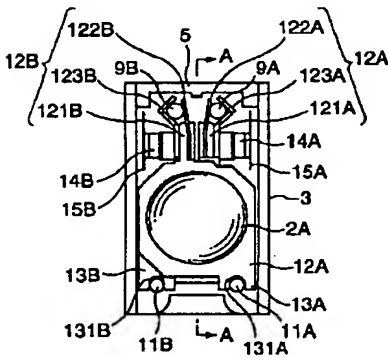
- 3 レンズ鏡胴
- 4 固定台
- 5 枠体
- 8A, 8B, 24 圧電素子(圧電体)
- 9A, 9B, 25 駆動部材
- 10A, 10B レンズ枠
- 11A, 11B 回転規制軸
- 12A, 12B 支持部
- 13A, 13B 回転規制部
- 14, 14A, 14B 磁気センサ
- 15, 15A, 15B マグネットスケール
- 16 信号処理回路
- 161 コンパレータ
- 162 位相検出器
- 163 パルスカウンタ
- 17 光学ローパスフィルタ

- * 18 撮像素子(CCD)
- 19 電池(電源)
- 20 DC/DCコンバータ
- 21 電圧検出部(駆動条件検出手段)
- 22 制御部(判別手段, 駆動制御手段)
- 23 駆動部
- 26 被駆動部材
- 27 温度検出部(駆動条件検出手段)
- 28 速度検出部(駆動条件検出手段)
- 10 29 速度検出回路
- 291 コンパレータ
- 292 周期カウンタ
- 293 プリセット回路
- 294 比較器
- MRa, MRb, MRc, MRd 磁気抵抗素子
- * R 抵抗

【図1】

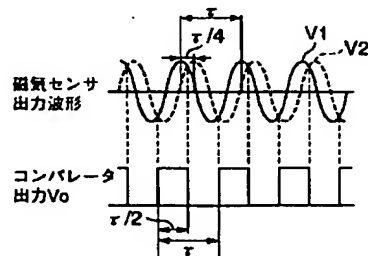
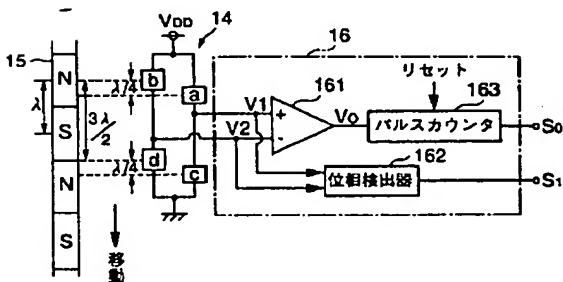
【図2】

【図9】

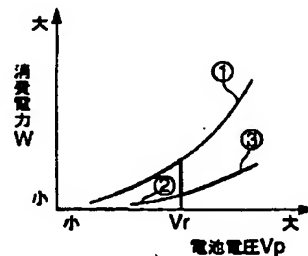


【図4】

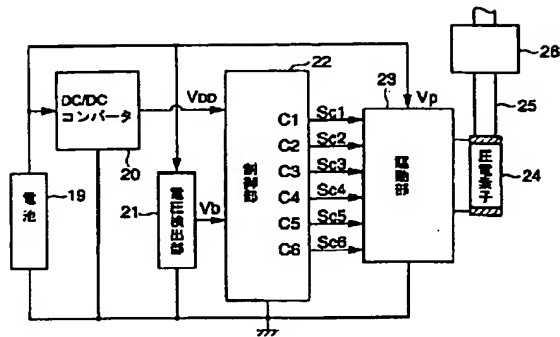
【図3】



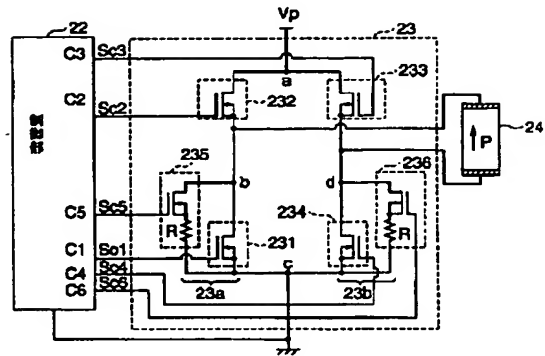
【図10】



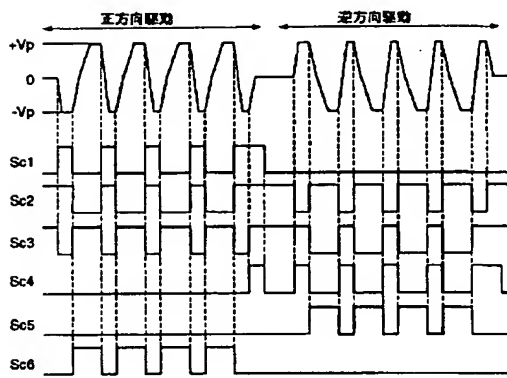
【図5】



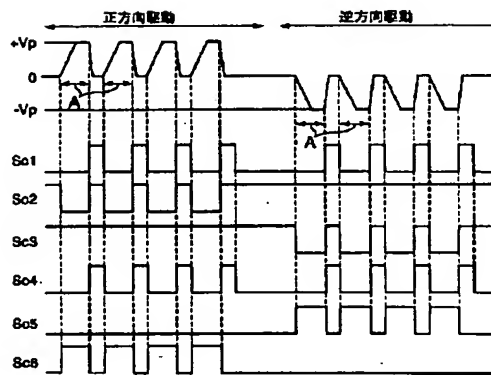
【図6】



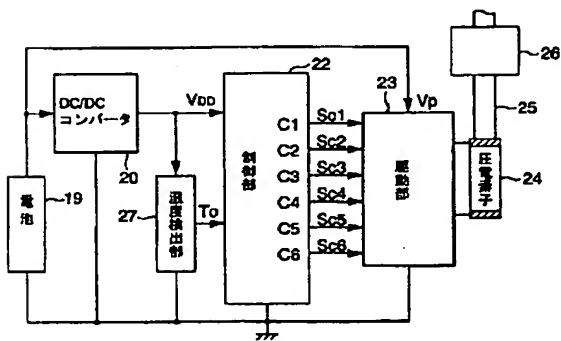
【図7】



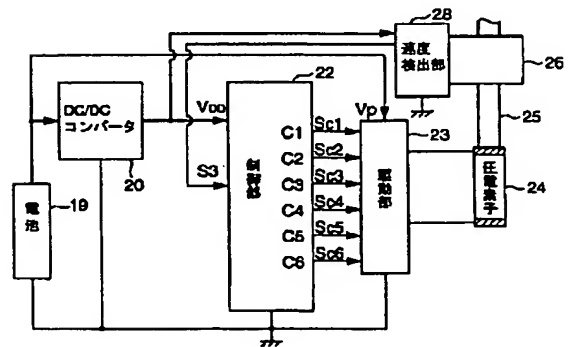
【図8】



【図11】



【図12】



【圖 14】

